

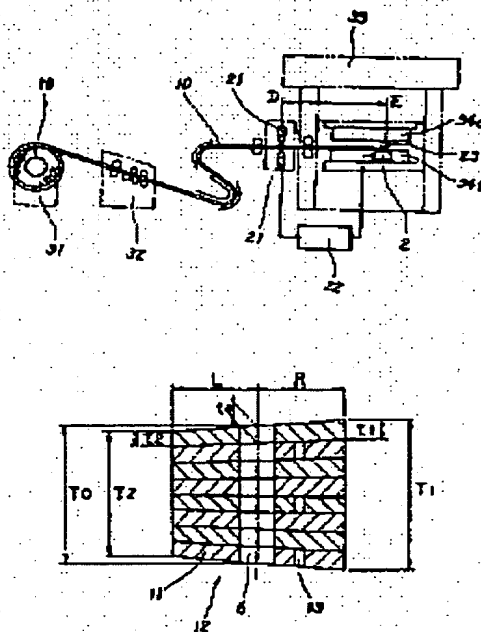
# METHOD AND APPARATUS FOR CORRECTING BALANCE OF LAMINATED ROTOR FOR ROTARY ELECTRIC MACHINE

**Patent number:** JP62244256  
**Publication date:** 1987-10-24  
**Inventor:** NAKATSUHAMA YUICHI; others: 02  
**Applicant:** HITACHI LTD  
**Classification:**  
 - international: H02K15/16  
 - european:  
**Application number:** JP19860085032 19860415  
**Priority number(s):**

## Abstract of JP62244256

**PURPOSE:** To correct unbalance during the manufacturing process of a core by forming a balancing hole on the thick side of a core section in a processing material by the result of arithmetic processing acquired and correcting the unbalance of revolution of a laminated rotor.

**CONSTITUTION:** An arithmetic processing control section 22 arithmetically operates the deviation of plate thickness on the thin side L and the thick side R in the diametral direction in a core section 11', in a processing material 10 from the measured data of a plate thickness measuring instrument 21, and arithmetically operates unbalanced weight in case of the laminating of cores 11 constituting a laminated rotor 12. The number of the cores 11 required for forming balancing holes is obtained on the basis of said arithmetic value while positions on the thick side R of



the cores 11 are decided. Two pairs of drilling mechanisms 23 bore the balancing holes 13 at predetermined positions on the thick side R of the core section 11, in the processing material 10 in response to the result of the processing of said arithmetic processing control section 22, and correct the unbalance of the thick side R and thin side L of the laminated rotor 12.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

## ⑫ 公開特許公報(A) 昭62-244256

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

③ 公開 昭和62年(1987)10月24日

H 02 K 15/16

8325-5H

審査請求 未請求 発明の数 2 (全8頁)

⑬ 発明の名称 回転電機の積層回転子のバランス補正方法及びその装置

⑭ 特 願 昭61-85032

⑮ 出 願 昭61(1986)4月15日

⑯ 発 明 者 中 津 浜 勇 一 習志野市東習志野7丁目1番1号 株式会社日立製作所習志野工場内

⑰ 発 明 者 武 田 弘 信 習志野市東習志野7丁目1番1号 株式会社日立製作所習志野工場内

⑱ 発 明 者 杉 島 正 幸 習志野市東習志野7丁目1番1号 株式会社日立製作所習志野工場内

⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑳ 代 理 人 弁理士 秋本 正実

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

回転電機の積層回転子のバランス補正方法及びその装置

## 2. 特許請求の範囲

- 加工材から鉄心を形成し、該鉄心を複数枚積層してなる回転電機の積層回転子において、加工材の巾方向における両端部の板厚寸法を測定し、測定された板厚寸法から加工材の鉄心部における径方向の厚肉側と薄肉側との板厚偏差を演算し、該演算値に基づいて鉄心の積層枚数と積層時のアンバランス重量とを演算し、かつ該演算値に基づき予め設定されたバランス穴の大きさの関係から、バランス穴を設けるのに必要な鉄心の枚数を演算すると共に、その鉄心の厚肉側の位置を判定し、その後、前記処理結果に応じて加工材における所定鉄心部の厚肉側の所定位置にバランス穴を明け、積層回転子の厚肉側と薄肉側とのアンバランスを補正することを特徴とする回転電機の積層回転子のバランス補

## 正方法。

- 加工材から形成された鉄心を複数枚積層してなる積層回転子において、加工材の巾方向における両端部の板厚寸法を測定する板厚測定器と、測定された板厚寸法から加工材の鉄心部における径方向の厚肉側と薄肉側との板厚偏差を演算し、該演算値に基づいて鉄心の積層枚数と積層時のアンバランス重量とを演算し、かつ該演算値に基づき予め設定されたバランス穴の大きさの関係から、バランス穴を設けるのに必要な鉄心の枚数を演算すると共に、その鉄心の厚肉側の位置を判定する演算処理制御手段と、前記処理結果に応じて加工材における所定鉄心部の厚肉側の所定位置にバランス穴を明け、積層回転子の厚肉側と薄肉側とのアンバランスを補正する穴明け手段とを備えていることを特徴とする回転電機の積層回転子のバランス補正装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、電動機等のような回転電気において、

鉄心を積層させて形成された積層回転子のアンバランス量を除去し、バランスさせるのに好適な積層回転子のバランス補正方法及びその装置に関する。

〔従来技術〕

一般に、この種の積層回転子は、加工材から打ち抜いて第8図に示す如き円板形状の鉄心1が成形され、その鉄心1を所定枚数積層することにより構成されている。6は軸穴、7はスロットである。

ところで、鉄心を成形する加工材は、圧延ロールを通過して製造される薄剛板のものであるが、この板厚寸法の偏差量が縮少の方向になりつつあるものの、偏差を完全に無くするまでの技術には至っていない。

その為、板厚寸法に偏差のある加工材から鉄心1を成形すると、鉄心1は、第9図に断面図で示すように、中心線Aを中心とする径方向において左端縁の板厚寸法 $t_1$ と右端縁の板厚寸法 $t_2$ とでは板厚偏差が生じるので、薄肉側Lと厚肉側Rとに

重量差が生じる。

即ち、鉄心1における薄肉側Lと厚肉側Rとの関係は、薄肉側Lの重量をWL、薄肉側Lの面積をAL、鉄心中央部の板厚寸法を $t_0$ 、厚肉側Rの重量をWR、厚肉側Rの面積をAR、加工材料の比重を $\gamma$ とすると、下記の式になる。

$$WL = AL \frac{t_0 + t_1}{2} \gamma \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$WR = AR \frac{t_0 + t_2}{2} \gamma \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$WL < WR \quad \dots\dots\dots (3)$$

これらの式(1)、(2)、(3)によれば、鉄心1の薄肉側Lと厚肉側Rとでは、面積が同じでも、板厚寸法の偏差分が重量差となることがわかる。

従つて、鉄心を所定枚数(N)に積層して積層回転子を形成した場合、積層回転子の薄肉側と厚肉側の重量差がN倍となり、回転時、積層回転子がアンバランスし、振動や騒音が著しく大きくなるので、アンバランス量を補正することが必要である。

回転電機の生産性や経済性が低下する問題があった。

また、公知技術のものは、バランス穴によつて鉄心の回転モーメントを等しくすることができるものの、板厚寸法の偏差については何等配慮されていない。

本発明の目的は、上記事情に鑑み、加工材に板厚偏差があつても、容易かつ確実にバランス補正でき、しかも組付け後にバランス補正することがないようし、以て生産性を高め得ると共に、コストダウンを図り得る回転電機の積層回転子のバランス補正方法を提供することとあり、本発明の他の目的は上記方法を的確に実施し得る回転電機の積層回転子のバランス補正装置を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明の1番目の発明では、加工材の巾方向における両端部の板厚寸法を測定する。そして、測定された板厚寸法から加工材の鉄心部における径方向の厚肉側と薄肉側との板厚偏差を演算し、該

従来、アンバランスを補正するには、第10図及び第11図に示すように、積層回転子2の短絡環3に予め突起4を設けておき、バランス計測手段等によつてアンバランスが検出されたとき、所望の突起4にアンバランス量に相当する重量のバランスウェイト5を加締めて固定し、これによつてバランスさせるようにしている。なお、第10図、第11図において、6は軸穴、8は羽根である。

また、アンバランスを補正する他の例としては、実開昭58-179851号公報に示される公知技術がある。この公知技術は、鉄心に設けられたキー溝と、鉄心のキー溝と対向する位置に設けられ、回転モーメントを等しくする為のバランス穴との双方によつてバランスさせるように構成されている。〔発明が解決しようとする問題点〕

ところで、第10図、第11図に示す従来例は、積層回転子2を組付けた後で、アンバランスの補正処理を行うので、その補正処理の工程が必要になり、しかもそれが殆んどの場合手作業で行われるので、労力やコストがそれだけかさみ、そのため、

演算値に基づいて鉄心の積層枚数と積層時のアンバランス重量とを演算し、かつ該演算値に基づき予め設定されたバランス穴の大きさの関係から、バランス穴を設けるのに必要な鉄心の枚数を演算すると共に、その鉄心の厚肉側の位置を判定する。その後、前記処理結果に応じて加工材における所定鉄心部の厚肉側の所定位置にバランス穴を明け、積層回転子の厚肉側と薄肉側とのアンバランスを補正するようにしている。

また、本発明の2番目の発明では、加工材の巾方向における両端部の板厚寸法を測定する板厚測定器と、測定された板厚寸法から加工材の鉄心部における径方向の厚肉側と薄肉側との板厚偏差を演算し、該演算値に基づいて鉄心の積層枚数と積層時のアンバランス重量とを演算し、かつ該演算値に基づき予め設定されたバランス穴の大きさの関係から、バランス穴を設けるのに必要な鉄心の枚数を演算すると共に、その鉄心の厚肉側の位置を判定する演算処理制御手段と、前記処理結果に応じて加工材における所定鉄心部の厚肉側の所定

位置にバランス穴を明け、積層回転子の厚肉側と薄肉側とのアンバランスを補正する穴明け手段とを備えている。

(作用)

本発明の1番目の発明では、加工材の巾方向の両端部の板厚を測定し、またその板厚偏差に基づき鉄心の積層枚数、アンバランス重量、バランス穴を設けるべき積層位置、厚肉部の位置を求め、加工材から鉄心を形成する際に、上記求められた処理結果に応じて加工材の鉄心部の厚肉側にバランス穴を設けて積層回転子の回転アンバランスを補正するので、鉄心の製造工程中にアンバランスを補正でき、従来のように積層回転子の組付け後にバランス補正を行うことが不要になる結果、積層回転子の生産性を高め、かつコストダウンを図り得、しかも加工材の板厚偏差を測定した結果に基づいてバランス補正するので、簡単にかつ確実にバランス補正を行うことができる。

また、本発明の2番目の発明では、前述の如く、前記板厚測定器と、演算処理制御手段と、穴明け

手段とで、鉄心の製造工程中にアンバランス補正し得るように構成したので、1番目の発明を的確に実施し得る。

(実施例)

以下、本発明の実施例を図面により説明する。第1図は本発明方法を実施するバランス補正装置を適用した鉄心製造機械を示す側面図、第2図は本発明方法を実施するバランス補正装置の一実施例を示す説明用ブロック図、第3図は鉄心製造機械の成形工程を示す加工材の平面図、第4図は本発明方法の一実施例を示すフローチャート、第5図は積層回転子の平面図、第6図は第5図のM-M線断面図である。

第1図に示す鉄心製造機械は、材料供給部31に薄鋼板をロール状に巻き付けた加工材10が保持され、その加工材10が材料供給部31により引出され、レベル32等を経てプレス33の所定位置に送り込まれる。

プレス33は加工材10を所望形状に打ち抜く金型部34a、34bと、これを制御する制御部35とを有し、

加工材10が送り込まれると、制御部35の指令により金型部34a、34bが加工材10の鉄心部11に、例えば第3図(a)に示すように軸穴16、スロット17を成形した後、同図(b)に示すように、その加工材10の鉄心部11を打ち抜いて鉄心11を成形するように構成されている。

そして、プレス33によつて成形された鉄心11が、図示しない積層手段で第5図及び第6図に示すように所定枚数積層されることにより、積層回転子12を構成するようにしている。

その際、前記積層回転子12においては第6図に明示するように、加工材10の板厚偏差により鉄心11の中心線Aを中心とする径方向の両端縁の板厚寸法が $t_1 > t_2$ の関係となり、かつ鉄心11を所定枚数積層した積層寸法が $T_1 > T_2$ の関係となるので、薄肉側Lと厚肉側Rとの間で重量差が生じ、重量の大きい厚肉側Rにその重量差に相当するバランス穴13を設けることが必要である。

ここで、積層回転子12における薄肉側Lの重量WLと厚肉側Rの重量WRの関係は次式のとおり

である。

$$WL = AL \frac{T_0 + T_2}{2} r \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$WR = (AR \frac{T_0 + T_1}{2} - d \cdot nt) r \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$WL \approx WR \quad \dots\dots\dots (6)$$

(但し、 $d$  : バランス穴の面積/1枚、 $nt$  : バランス穴の必要個数(枚数)×板厚寸法、 $AL$  : 積層回転子の薄肉側の面積、 $AR$  : 積層回転子の厚肉側の面積)

上記(4)、(5)、(6)式によれば、積層回転子12の薄肉側L及び厚肉側Rの積層偏差による重量差と、 $n$ 個のバランス穴13の重量とが略同じになるので、アンバランスを補正できることがわかる。

そこで、アンバランスを補正する為のバランス補正装置が前記鉄心製造機械に設置されている。

該アンバランス補正装置は、第1図、第2図に示すように、板厚測定器21と、演算処理制御部22と、バランス用の穴明け機構23とを備えて構成されている。

置は鉄心枚数( $n$ )によつて予め定められている。

前記穴明け機構23は、第2図に明示するように、2組で構成されており、演算処理制御部22の出力側に金型制御部35を介して接続されたソレノイド24と、ソレノイド24の電磁力でロッドが動作し得るシリンダ25と、シリンダ25のロッドに連結プレート26を介して取付けられたスライドカム27と、金型34a及びストリップ34c間に加工材10方向に移動可能に支持され、かつスライドカム27の押し込み動作によつて加工材10の鉄心部11'の所定位置にバランス穴13を明けるパンチ28と、加工材10を金型34bの所定位置に位置決めするストッパ29とを有している。そして、この2組の穴明け機構23は、バランス穴13を設けるべき加工材10の鉄心部11'が金型34a、34bに搬送されたとき、前記演算処理制御部22の処理結果に応じ、一方の組のソレノイド24、シリンダ25、連結プレート26、スライドカム27によつてパンチ28が穴明け動作することにより、加工材10における鉄心部11'の厚肉側Rの所定位置、即ち軸穴6とスロット7との間にバラン

前記板厚測定器21は、その測定点Dと後述するバランス穴明け機構23の穴明け位置Eとの間に適度の距離をもつて加工材10の搬送路の途中位置に設置され、加工材10の巾方向における両端部の板厚寸法を測定するようにしている。

前記演算処理制御部22は、その入力側が板厚測定器21の出力部に接続され、その出力側に金型制御部35を介して穴明け機構23の入力側が接続されている。

この演算処理制御部22は、板厚測定器21の測定データから加工材10の鉄心部11'における径方向の薄肉側Lと厚肉側Rとの板厚偏差を演算し、該演算値に基づき予め与えられたデータと比較して積層回転子12を構成する鉄心11の積層枚数( $N$ )と積層時のアンバランス重量とを演算し、さらに該演算値に基づき予め設定されたバランス穴の大きさの関係から該バランス穴を設けるのに必要な鉄心11の枚数( $n$ )を求めると共に、その鉄心11の厚肉側Rの位置を判定するように構成されている。その場合、バランス穴を設けるべき鉄心11の積層位

ス穴13を明け、積層回転子12の厚肉側Rと薄肉側Lとのアンバランスを補正するようにしている。その際、穴明け機構23のバランス穴工程は第3図(a)に示すように、加工材10から鉄心11を打ち抜く前の段階、例えば軸受6やスロット7を打ち抜く前の段階で行うようにしている。

なお、穴明け機構23は、本例では一枚の鉄心11に単一のバランス穴13を明ける為に1本のパンチ28が設けられた例を示したが、第7図に示すように、複数のバランス穴13、13a、13bを明け得るようにより複数のパンチを設けても良く、何れにしろバランス穴13が加工材10における鉄心部11'の厚肉側Rの所定位置に所定形状で明け得れば良い。

次に、実施例のアンバランス補正装置の作用に関連して本発明方法の一実施例を説明する。

鉄心製造機械の材料供給部31が加工材10をプレス33の所定位置に搬送し、プレス33が金型制御部35により制御されて加工材10から所定形状の鉄心11を順次積層する。

この鉄心11の製造時、アンバランス補正装置で

は、板厚測定器21の測定点Dと穴明け機構23の穴明け点Eとが距離をもっているので、演算制御部22は、まずステップ41において1台分の積層回転子12を構成する1枚目の鉄心11が打ち抜かれたか否かを判定し、該判定結果、1枚目の鉄心11の打ち抜きが完了したときにステップ42の処理を実行する。

ステップ42では、板厚測定器21が加工材10の巾方向の両端部の板厚寸法を測定するので、その測定された板厚寸法を読み込み、このデータをステップ43でA/D変換した後、ステップ44において測定された板厚寸法に基づいて加工材10の鉄心部11'における径方向の厚肉側Rと薄肉側Lの板厚偏差を演算し、次いでステップ45において、ステップ44の演算値に基づき積層回転子12を構成するのに必要な鉄心11の枚数(N枚)と、積層したときの薄肉部Lと厚肉部分Rとのアンバランス重量を演算する。その際、ステップ45においては、測定点Dと穴明け点Eとに距離があるので、その距離を考慮して演算している。

データをセットし、穴明けカウンタをイニシャルした後、ステップ49でプレス33によつて穴明け機構23のパンチ28がバランス穴13を明け得るように上昇するので、そのプレス33のクランク角度情報を読み込み、その後ステップ50でパンチ28が下降して良いか否かが、即ちパンチ28がセットされたかが判定される。該判定結果、パンチ28がセットされると、ステップ51でパンチ28を下降させる。

これにより、加工材10には所定鉄心部11'の厚肉側Rの所定位置にバランス穴13が打ち抜かれる。

またステップ51の後、バランス穴13を打ち抜いたか否かが判定され、その結果バランス穴13が抜かれると、ステップ53でカウントされ、そのカウント値がステップ54で鉄心の打ち抜き枚数(n)と比較判定される。そして、カウント値が打ち抜き枚数(n)より少ない場合には一致するまで所望の鉄心に打ち抜いた後、ステップ55でパンチ28を上昇させる。

これにより、鉄心11の製造時、所望の鉄心部11'の厚肉部Rにバランス穴13が全て設けられるので、

そして、ステップ46では、ステップ45での演算された積層時のアンバランス重量 $W_1$ と、予め定められた許容アンバランス量 $W_0$ とを比較する。その結果、積層時のアンバランス重量 $W_1$ が許容アンバランス量 $W_0$ より小さい場合、この積層回転子11がバランスしているとみなし、次の積層回転子を成形するときにステップ41以降の処理を繰り返し実行し、またアンバランス重量 $W_1$ が許容アンバランス量 $W_0$ より大きいと、この積層回転子11がアンバランスであるので、バランス穴を設ける為に次の処理を実行する。

即ち、ステップ47において、ステップ45での演算値に基づきバランス穴13を設けるべき鉄心11の枚数(n)を演算すると共に、その鉄心の厚肉部Rの位置を判定する。その場合、バランス穴13を明けけるべき鉄心11の積層時の位置は、予めバランス穴を明けける鉄心の必要枚数に応じて設定されている。

次いで、ステップ47の処理後、ステップ48でバランス穴を設けるべき鉄心枚数(n)と位置とのデ

これらの鉄心11を積層して積層回転子12を形成した場合、積層回転子12は第5図及び第6図に示すように、バランス穴13によつて肉厚部Rと薄肉部Lとの重量が同じになる。その結果、加工材10に板厚偏差があつても、これを考慮するので、アンバランスを確実に補正し得、しかも従来例に比較すると、積層回転子の組付け後にアンバランス補正することが不要になる。

また図示実施例では、板厚偏差が一枚の加工材10においては勿論の他、夫々の加工材10によつても極端に変わるものでない結果、1台分の積層回転子の中で初期に積層すべき加工材10について板厚測定を行なうので、1回の板厚測定で正確にバランス補正し得る。

なお、本発明装置において、板厚測定器21及び穴明け機構23の具体的な構造は図示例に限らず、要は所期の機能を有する構造であれば良い。

(発明の効果)

以上説明した本発明の1番目の発明によれば、予め加工材の巾方向における両端部の板厚寸法を

測定し、測定された板厚寸法から加工材の鉄心部における径方向の厚肉側と薄肉側の板厚偏差を演算し、該演算値に基づいて鉄心の積層枚数と積層時のアンバランス重量とを演算し、かつ該演算値に基づき予め設定されたバランス穴の大きさの関係から、バランス穴を設けるのに必要な鉄心の枚数を求めると共に、その鉄心の厚肉側の位置を判定し、前記処理結果に応じ加工材における所定鉄心部の厚肉側の所定位置にバランス穴を明け、積層回転子の厚肉側と薄肉側とのアンバランスを補正するようにしたので、加工材の板厚偏差に拘わることなく容易にかつ確実にバランスさせることができ、また積層回転子の組付け後にバランス補正することが不要になる結果、それだけ生産性を高め得ると共にコストダウンを図り得る効果がある。

また、本発明の2番目の発明によれば、予め加工材の巾方向における両端部の板厚寸法を測定する板厚測定器と、測定された板厚寸法から加工材の鉄心部における径方向の厚肉側と薄肉側の板厚

の変形例を示す積層回転子の平面図である。第8図は従来の鉄心を示す平面図、第9図は第8図のB-B'線断面図、第10図は従来のバランス補正方法を示す積層回転子の断面図、第11図は積層回転子の要部を示す破断斜視図である。

10…加工材、11…鉄心、11'…加工材の鉄心部、12…積層回転子、13…バランス穴、21…板厚測定器、22…演算処理制御部、23…穴明け機構、L…薄肉側、R…厚肉側。

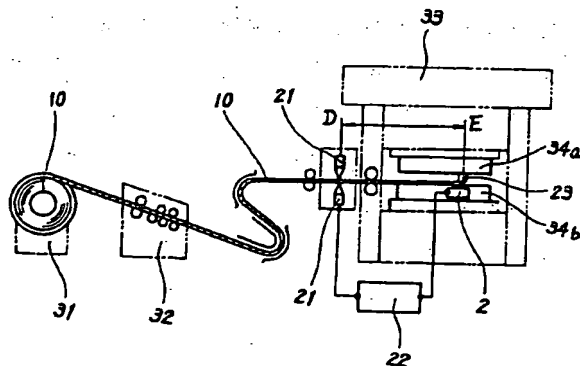
代理人 弁理士 秋 本 正 実

偏差を演算し、該演算値に基づいて鉄心の積層枚数と積層時のアンバランス重量とを演算し、かつ該演算値に基づき予め設定されたバランス穴の大きさの関係から、バランス穴を設けるのに必要な鉄心の枚数を求めると共に、その鉄心の厚肉側の位置を判定する演算処理制御手段と、前記処理結果に応じ加工材における所定鉄心部の厚肉側の所定位置にバランス穴を明け、積層回転子の厚肉側と薄肉側とのアンバランスを補正する手段とを備えて構成したので、前記本発明の1番目の発明である方法を的確に実施し得る効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

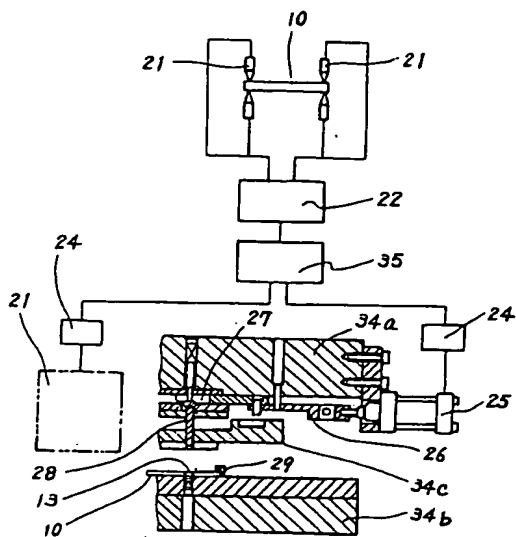
第1図は本発明方法を実施する為のバランス補正装置を適用した鉄心製造機械を示す側面図、第2図は本発明方法を実施するバランス補正装置の一実施例を示す説明用ブロック図、第3図(a)、(b)は鉄心製造機械の成形工程順を示す加工材の平面図、第4図は本発明方法の一実施例を示すフローチャート、第5図は積層回転子の平面図、第6図は第5図のC-C'線断面図、第7図はバランス穴

第1図

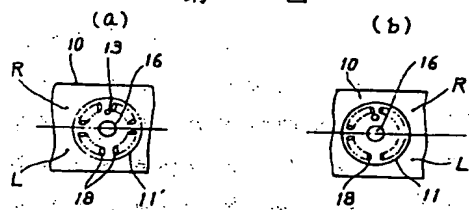




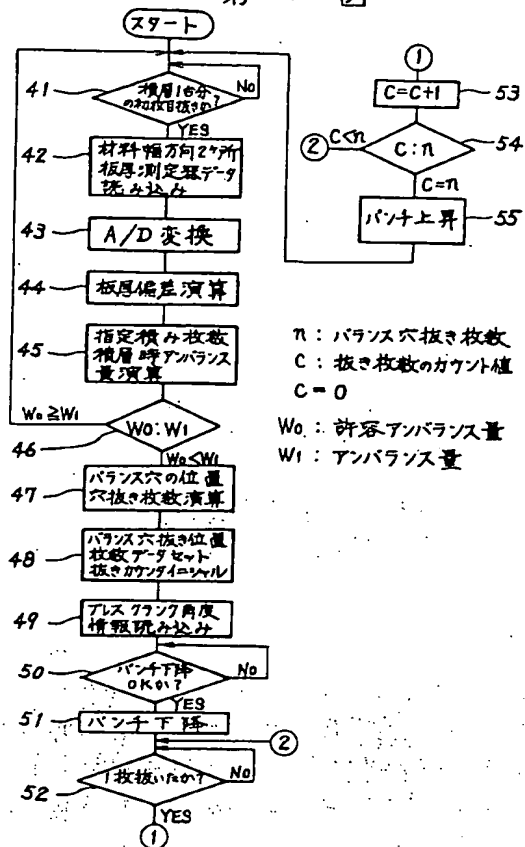
第 2 図



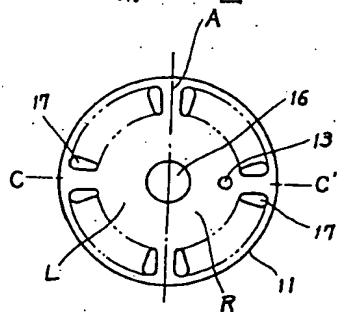
第 3 図



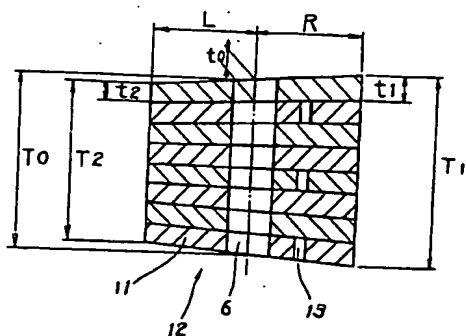
第 4 図



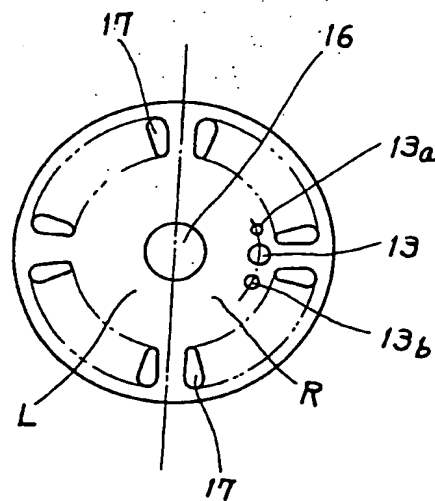
第 5 図



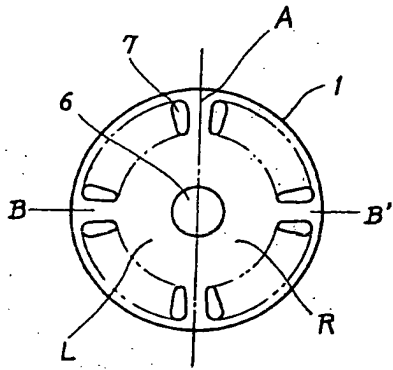
第 6 図



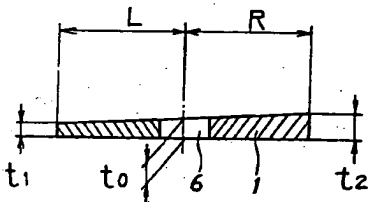
第 7 図



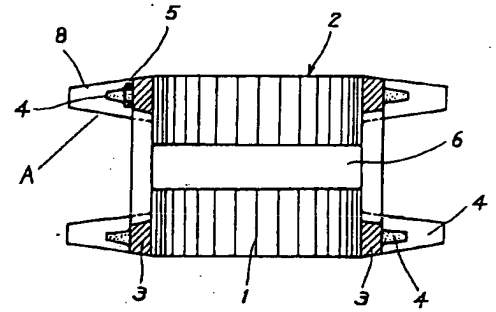
第 8 図



第 9 図



第 10 図



第 11 図

